Appendix 3

車載LANにおける コンフォーマンス・テストの意義

中西康之

最近の家電量販店をのぞくと，パソコン関係の売り場でさまざまな通信規格の認証ロゴ・マークを見かけます．PCIやPCI Expressなどの外部バス規格，有線LANのUSBやIEEE 1394，無線LANのWi-Fi，Bluetoothなど，数え始めたらきりがないくらいです．自動車の世界でも最近はCANやLINなどの標準通信プロトコルが採用されるようになってきています．ここでは，車載LANにおける認証試験，とくに第三者認証（コンフォーマンス・テスト）の動向とその必要性を説明します．（筆者）

“標準”通信規格では，プロトコル仕様の定義だけでは不十分です．相互接続性を認証するためのテスト仕様が整備されて初めて，標準通信規格としての機能を果たし，対応製品や汎用モジュールが世に出てくるようになるのです．

●「相互接続性試験」と「第三者認証試験」という枠組み

相互接続性試験の多くは，ISO9646（Standard Methodology and Framework for Conformance Testing）に沿って実施されています．ISO9646は，OSI階層モデルにおける相互接続性認証試験の方法を規定したフレームワークのことです．

そして，もう一つ重要なのが「第三者認証」のフレームワークです．認証は，開発者（メーカ）がみずから行う「自己認証」と，第三者認証試験場にテストを委託して行う「第三者認証」の二つに大別されます．第三者認証の枠組みは，軍の調達試験の種類や量が膨大になりすぎたため，1947年にオーストラリア軍がこれをアウトソースするために民間認証機関NATA（National Association of Testing Authorities）を発足させたことが始まりです．ここで整備された手法がISO/ISE Guide 25として規格化され，ISO/ISE17025（JIS Q 17025）という第三者認証試験所認定制度を規定するフレームワークが制定されました．

第三者にテストを委ねるメリットはいくつか考えられます．

- 再現性の確保
（同一条件下でテストが行われるので同一の結果が得られる）
- トレーサビリティの確保
- コンプライアンスの確保
- 専門の認証試験場にアウトソースすることで効率化が図れ，かつ経済的である

● 車載LANでも認証テストは必要か？

さて，車の世界においてもCAN（controller area network）を

表1 おもなコンフォーマンス・テストの仕様

通信仕様	コンフォーマンス・テスト仕様
LIN 2.0	● LIN Conformance Test Specification LIN OSI Layer 1-Physical Layer Revision 2.0 ● LIN Conformance Test Specification LIN OSI Layer 2-Data Link Layer Revision 2.0
CAN	● ISO11898-1 Road vehicles ― Controller area network（CAN） Part 1：Data link layer and physical signaling ● ISO11898-4 Road vehicles ― Controller area network（CAN） Part 4：Time-triggered communication ● ISO16845 Road vehicles ― Controller area network（CAN） Conformance test plan（for event triggered communication） ●（GIFT/ICT）CAN High-Speed Transceiver Conformance Test Specification V1.0 ●（GIFT/ICT）International Transceiver Conformance Test Specification V1.4
FlexRay 2.1	● FlexRay Protocol Conformance Test Specification V2.1 ● FlexRay Physical Layer Conformance Test Specification V1.0

GIFT/ICT：Generalized Interoperable Fault Tolerant CAN Transceiver/International Transceiver Conformance Test

KeyWord
コンフォーマンス・テスト，第三者認証，相互接続性，ISO9646，ISO/ISE Guide 25，ISO/ISE17025，JIS Q 175025，CAN，LIN，FlexRay

SQA：software quality assurance

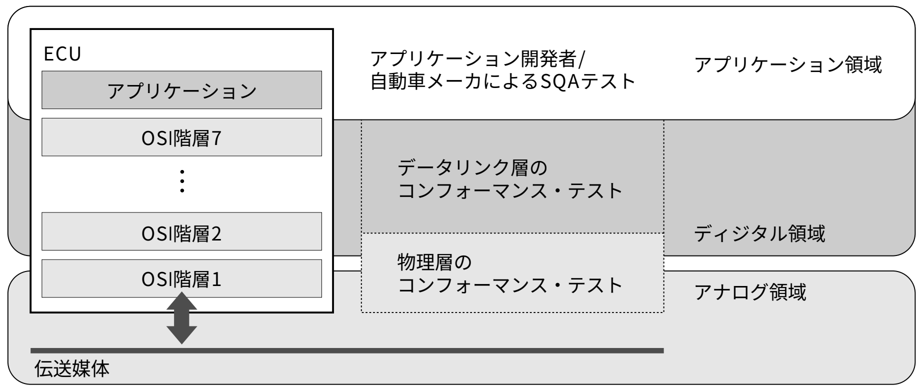


図1
OSI階層モデルによるコンフォーマンス・テストの範囲

はじめ，さまざまな標準プロトコルが導入されるようになってきました．比較的低コストのボディ（車体）系に利用される「LIN（local interconnect network）」，今何かと話題のタイム・トリガ型プロトコルを採用し，X-by-wire技術には欠かせない「FlexRay」，そして広帯域を必要とするマルチメディア系ネットワーク規格「MOST（Media Oriented Systems Transport）」などが挙げられます．

では，これらのネットワーク・プロトコルでも相互接続性を認証するための仕様は定められているのでしょうか？ 答えはもちろん“yes”です．いずれの車載LANプロトコルでも相互接続性を認証する仕様は存在します．車載LANプロトコルの場合，多くは「コンフォーマンス（適合）テスト仕様」と呼ばれ，各標準化団体が定義しています（**表1**）．

「でも，自分の車には“CAN”や“LIN”などのロゴ・マークなんて付いていない」と思われる方もいるかもしれません．なぜなら，車載LANでは一般に，使用者が自由に新たなノードをプラグ・インすることが保安上許されていません．そのため，使用者に対してそこに使われているCANだとかFlexRayといった通信仕様の認証ロゴを提示する必要はありません[注1]．

「では，プラグ・インを認めない（クローズド・ネットワークの）車載LANに認証なんて必要ないのでは？」と思われる方もいるでしょう．しかし，先述したように第三者認証という枠組みは，そもそもオーストラリア軍の部品調達試験のために作られたものです．そして，車載LANにおけるコンフォーマンス・テストというものは，欧州（とくにドイツ）の自動車メーカが車載ECUを調達するために作られてきたものなのです．

注1：これに対して，車載LANと同じCANベースの通信仕様でも，FA（factory automation）向けの“DeviceNet”や，船舶向けの“NMEA 2000”といったネットワーク・プロトコルは，純正以外のデバイスをネットワークにプラグ・インすることを前提として設計されたオープン・プロトコルであるため，認証ロゴは表示されている．

●“系列”のない欧州では部品調達の条件として利用

日本と異なり「系列」を持たない欧州の自動車メーカは，自動車に標準通信プロトコル仕様に基づく車載LANを導入するにあたり，第三者認証試験（コンフォーマンス・テスト）を実施し，それを「調達条件」とする必要性がありました．これにより，最低限の通信成立を確保したモジュールを調達できるようになりました．つまり，自動車メーカは下位のプロトコル検証を行う必要がなく，その分上位のシステム・テストに，より多くの時間を割くことができます．

現在，1車種当たりのLAN接続される車載ECUの数が爆発的に増加することが予想されています．そのため，自動車業界にとって標準車載LANプロトコルのコンフォーマンスの整備は，QA（quality assurance）コストに多大なるインパクトを与える要素技術であり，その整備は急務であるといえます．こうした背景から，現在では欧州のほとんどの自動車メーカが，車載LANに接続するECUの調達要件としてコンフォーマンス・テストの開発プロセスに従っています．

一方，日本では系列によるシステム開発工程が確立されています．たとえ複数メーカの製品を用いたネットワーク構成であっても，系列内であればすり合わせで品質管理できるため，欧米の自動車メーカほど，こうした枠組みを必要としませんでした．ただし，日本の自動車業界においても，車載LANに接続するノード（ECU）数が増大しており，今後はコンフォーマンス・テストの導入事例が多くなってくるのではないでしょうか．最近，国内でもコンフォーマンス・テスト認証をうたうトランシーバやドライバが出荷され始めています．コンフォーマンス・テスト合格は，コンプライアンス確保のための取り組みとして，より浸透してくると予想されます．



写真1　GIFT/ICT 仕様のCAN LS TRX（CAN Low-Speed Transceiver）コンフォーマンス・テスト

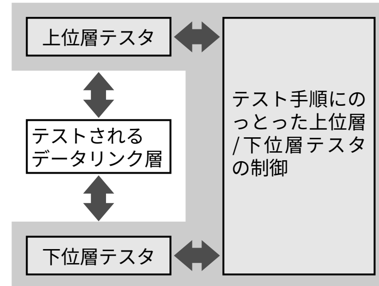


図2　データリンク層のコンフォーマンス・テスト（LINの場合）
ISO 9646のモデルに準拠し，下位のテスタからはLINのパケットが，上位のテスタからはAPIをトリガする情報が送られる．これにより，プロトコル成立性の検証が行われる

● 物理層とデータリンク層をテスト

車載LANプロトコルのコンフォーマンス・テスト仕様は，先述のISO9646の規定に準じており，OSI階層モデルの階層2（データリンク層）と階層1（物理層）に切り分けて規定されています．物理層はトランシーバを，データリンク層はプロトコル・ドライバを指します．基本的にはブラックボックス（またはグレーボックス）テストで行われるため，単体で認証することができます（**図1**）．

物理層のテストでは，さまざまな状況下でトランシーバの通信成立性がテストされます．トランシーバは，ネットワークを流れる信号パケットをサンプリングする部品です．ネットワークを流れる信号はアナログ的にふるまいます．そのため，反射波の合成や静電容量によるリンギングによって波形が変化します．これを決められた範囲まで正しくサンプリングしているかどうかをテストします．また，ノード間のグラウンド・シフトや，電源電圧の変動（電位差を意図的に発生させる）による影響度やビット・タイミング，同期などについてもテストする必要があります．

物理層テストは，LINコンフォーマンス仕様のように比較的単純な評価回路で測定するものから，CANのGIFT/ICT仕様のようにリファレンス配線を規定して行うものまであります（**写真1**）．FlexRayの場合もCANのGIFT/ICT仕様と類似したリファレンス配線が規定されており，それに沿って通信成立性がテストされます．

データリンク層のテストでは，プロトコルの成立を検証します（**図2**）．CANなどのプロトコルは，イベント・メッセージとそれに対するアクノリッジが1対になって初めて通信が成立します（ただし，FlexRayのようなタイム・トリガ方式では概念が少し異なる）．例えば，送信側から「山」というメッセージが伝えられると，受信側からは「川」というアクノリッジが返ってこなければならないとします．このとき，アクノリッジとして「川」以外のものを返してはいけません．また，アクノリッジの内容が正しくても，返答する時間が規定外，例えば1～3秒で答えるべきであれば0.9秒でも3.1秒でもプロトコルは成立しません．

データリンク層のコンフォーマンス・テストは，このようなプロトコル仕様に忠実に実装されているかどうかを確認することが主要な目的です．エラーとなるパケットは，決められた手順でエラーとして処理されなければなりません．

● 通信の成立と仕様への適合を宣言するのは開発者自身

コンフォーマンス・テストを受けるにあたり，「何を気をつければいいですか？」とか，「どのテストで失格することが多いですか？」などの質問を受けることがよくあります．

もちろん，不合格の出る頻度の多いテスト・ケースは統計的に存在します．しかし，そんなことを気にしなくても，「仕様の意味を正しく解釈し，すなおに実装すること」こそが，もっともテスト合格への近道であり，基本であるといえます．仕様にはぜい弱な部分も存在し，冗長な解釈が可能な場合も少なくありません．ですが，プロトコルの成立を念頭に置けば，おのずと望ましい実装上の解釈を発見できると思います．

コンフォーマンス・ステートメント（適合性の宣言）は，仕様どおりに実装を行ったことを開発者あるいは第三者により認証し，仕様に準拠していることを宣言するものです．適合性を宣言し，保証する主体は，第三者認証機関ではなく，あくまでも実装者であるということを意識することが重要です．

なかにし・やすゆき
（株）アドバンスド・データ・コントロールズ